

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Entfernungs- und Winkelbestimmung bei Schrotschüssen aus 10 und 20 m Entfernung (Experimentelle Untersuchung)

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin,
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Günther Schön
aus
Kirn-Nahe

Mainz 1976

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Johannes
Gutenberg - Universität Mainz

ENTFERNUNGS- UND WINKELBESTIMMUNG BEI
SCHROTSCHÜSSEN AUS 10 UND 20 m ENTFERNUNG

(Experimentelle Untersuchung)

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin,
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Günther Schön

aus

Kirn-Nahe

Mainz 1976



Fachbereichsdekan:	Prof. Dr. P. Klein
1. Gutachter:	Prof. Dr. F. Petersohn
2. Gutachter:	Prof. Dr. H. Leithoff

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
A Rechtsmedizinische Bedeutung von Entfernungs- und Winkelbestimmungen bei Schrotschüssen	1
B Entfernungsbestimmung bei Schrotschüssen - Zusammenfassung bekannter Methoden	2
I Nah- und Fernschuß nach Sellier	2
II Nach- und Fernschuß nach russischer Veröffentlichung von S. Smusin	3
III Entfernungsbestimmung nach Sellier - 16-Felderscheibe - Definition des Streukreises	5
IV Petersohn-Methode der Drehbilder bis 10 m Entfernung	6
V Zusammenfassung der Entfernungs- bestimmungen	7
VI Rekonstruktion eines Schußbildes aus einem Teilschußbild	7
C Winkelbestimmung bei Schrotschüssen - Zusammenfassung bekannter Methoden	9
I Sellier	9
II Russische Untersuchung von 1971 von S. Smusin	10
III Ergebnis obiger Methoden und weitere Aufgabenstellung	11
IV Geometrische und mathematische Ver- hältnisse bei der Winkelbestimmung	12
1. Winkelbestimmung	12
2. Kegelschnitte	13
3. Brennpunkt und Achsenabschnitte der großen Ellipsenachse	14

Digitized by the Internet Archive
in 2026

	<u>Seite</u>
D Eigene Methoden zur Winkelbestimmung	15
I Schußversuche - 1. Methode	15
1. Drei Streukreise definieren einen Schrotschuß	16
2. Bestimmung der Streukreise durch zusätzliche Auszählung der Trefferanzahl	17
3. Kritische Betrachtung	18
II Schußversuche - 2. Methode	21
1. Verfahren der geteilten Drehbilder	21
2. Graphische Darstellung	21
3. Kritische Betrachtung	23
III Konstruktion der geometrischen Ellipse im Schrägschußbild	23
1. Geometrische Voraussetzungen und Ziel der Versuchsreihe	23
2. Durchführung	24
a) Mittelpunktbestimmung	24
b) Periphere Streuung	24
c) Sektorenscheibe	25
d) Vermessung der Ellipsenachsen	26
3. Meßtabellen und statistische Auswertung	26
a) Tabelle der Meßwerte und graphische Darstellung	26
b) Zweifache Varianzanalyse - unbalancierter Fall	34
c) Konfidenzbereich	34
d) Lineare Kontraste	35
E Diskussion der Ergebnisse	36
I Genauigkeit und Verwendung	36
II Gerichtsmedizinische Praxis - Darstellung in zwei Fällen	36
1. Erster Fall	36
a) Meßwerte und Falldarstellung	36
b) Vergleich mit Ergebnissen von S. Smusin	37
2. Zweiter Fall	38
a) Darstellung	38

F Ergebnisse und Folgerungen 40

G Zusammenfassung 45

Literaturangabe 46

A Rechtsmedizinische Bedeutung von Entfernungs- und Winkelbestimmungen bei Schrotschüssen

Bei der Rekonstruktion eines Schießunfalles oder einer vorsätzlichen Tat mit einem Schrotgewehr ist die Ermittlung der Schußentfernung notwendig.

Sehen wir von der Bedeutung von Pulver, Patronenart und Beschaffenheit der Waffe ab, so sind aufwendige Vergleichsschußreihen mit gleicher Waffe und Munition erforderlich, um möglichst genaue Entfernungswerte zu ermitteln.

Bei der Jagd wird Schrotmunition bis zu ca. 30 m Entfernung benutzt. Bei einer Entfernung von 10 - 20 m hat ein Schrotschuß auf einen Menschen noch eine tödliche Wirkung. Aus diesem Grund müssen bei Schrotschußverletzungen oder Todesfällen die Standorte der einzelnen Schützen genau bestimmt werden.

Sämtliche Entfernungsbestimmungen werden jedoch verfälscht, wenn nicht zuvor geklärt wird, ob das zu untersuchende Schußbild von einem Schrägschuß stammt, außerdem ist die Winkelbestimmung zur Standortbestimmung der Schützen bei Jagdunfällen genau so wichtig wie die Entfernungsbestimmung, um z. B. bei Treibjagden den Schützen ermitteln zu können.

Winkelbestimmungen sind bisher nur von Sellier auf kürzere Entfernung (bis 3 m) untersucht worden, und russische Gerichtsmediziner ermittelten mehr mathematische Richtlinien als praktisch verwertbare Ergebnisse.

B Entfernungsbestimmung bei Schrotschüssen -
Zusammenfassung bekannter Methoden

I Nah- und Fernschuß nach Sellier

Er unterscheidet Nahschuß, relativen Nahschuß und Fernschuß. Diese grobe Einteilung erfolgt durch genaue Beobachtung des Schußbildes bzw. der Einschußöffnung.

Ein Nahschuß ist wie folgt charakterisiert:

1. Durch Abdruck der Waffe auf dem Objekt
2. Ablagerungen von Ruß- und Puerresten
3. Durch die Schmauchhöhle (durch Pulvergase abgehobene Haut oder Gewebe).

Relativer Nahschuß:

1. Fehlen des Waffenabdrucks
2. Intensität von Pulver und Schmauch ist geringer (neue spektographische Methoden ergeben darin genaue Werte und Aufschlüsse über Pulverart und Waffe)
3. Einschußöffnung ist nicht so glatt begrenzt wie beim absoluten Nahschuß.

Fernschuß:

Hierbei fehlt nicht nur die Schmauchhöhle, sondern auch weitgehend Ruß- und Pulvereinsprengungen.

Durch genaue Beobachtung des Schußbildes kam Sellier zu folgender Aussage:

<u>Schußbild</u>	<u>Entfernungsbereich</u>
Rundes Loch ohne Zähnelung und Randschrote	5 - 10 cm
Loch mit Zähnelung ohne Randschrote	10 - 20 cm
Unregelmäßig geformtes Loch mit ein- zeln liegenden Schroteinschlägen um das Loch	20 - 40 cm

II Nah- und Fernschuß nach russischer Veröffentlichung
von S. Smusin

1. Wenn eine einzige Einschußöffnung vorhanden ist, die einen Durchmesser von 2 cm hat und den Abdruck der Mündung der Waffe, große Risse im Gang des Wundkanals sowie Ablagerungen von Ruß- und Pulverkörnern im Wundkanal aufweist, so muß man annehmen, daß der Schuß ein absoluter Nahschuß ist.
2. Wenn eine einzige Einschußöffnung vorhanden ist, die einen Durchmesser von 2,5 cm und ebene Ränder, Risse an der Kleidung oder an der Haut der Einschußöffnung sowie Risse im Gang des Wundkanals, Ablagerungen von Ruß und Pulverkörnern im Wundkanal, Pergamentation der Haut sowie Ablagerung von Ruß um die Einschußöffnung, auf der Haut und auf der Kleidung (auch auf der Innenseite derselben) aufweist, so ist der Schuß von einer dem Nahschuß nahen Entfernung abgegeben worden (bis 10 - 15 cm).
3. Im Falle des Vorhandenseins einer einzigen Einschußöffnung von einem Durchmesser von 3 cm mit gezackten Rändern, mit Rissen der Haut oder Kleidung im Bereich der Einschußöffnung, mit Ablagerung von Ruß, Eindringen von Pulverkörnern, mit abgebrannten Rändern oder gesengter Kleidung, muß man rechnen, daß der Schuß aus einer Entfernung bis 25 cm abgegeben worden ist.
4. Das Vorhandensein einer einzigen Einschußöffnung von einem Durchmesser von 3,5 cm mit gezackten Rändern, mit angebrannten Rändern der Kleidung, mit Ablagerung von Ruß und Eindringen von Pulverkörnern, weist auf einen Schuß hin, der aus einer Entfernung bis 50 cm abgegeben worden ist.

5. Wenn eine zentrale Öffnung von 4 - 5 cm Durchmesser vorhanden ist und in der Nähe ihrer Ränder (in 1 - 2 cm) einzelne kleine Öffnungen durch einzelne Schrotkörner (relativ vollständige Wirkung des Schrotes) mit Ablagerung von Ruß und Eindringen von Pulverkörnern um die Einschußöffnung festgestellt sind, so muß man rechnen, daß der Schuß in den Grenzen zwischen 50 - 150 cm erfolgt ist.
6. Eine relativ vollständige Wirkung des Schrotes (Vorhandensein einer zentralen Öffnung und vielzähliger kleiner Öffnungen durch Schrotkörner) mit Spuren von Ruß und Eindringen von Pulverkörnern, mit Vorhandensein von Beschädigungen durch den Ladepfropf zeugt von einem Schuß aus 2 - 3 m Entfernung.
7. Vielzählige kleine Einschußöffnungen durch einzelne Schrotkörner bei Abwesenheit einer zentralen Öffnung (Schrotstreuung) weisen auf einen aus mehr als 2 - 3 m Entfernung erfolgten Schuß hin, und die Errechnung der Schußentfernung muß aufgrund der Fläche der Schrotstreuung erfolgen.

Um eine genauere Bestimmung der Entfernung zu erreichen, schlagen die Autoren vor, eine Reihe Versuchsschüsse auf einen analogen Gegenstand aus derselben Waffe, aus welcher der zu untersuchende Schuß erfolgt ist, und mit möglichst denselben Patronen abzugeben.

Die Entfernung wurde berechnet nach der Gleichung:

$$\tan \alpha = \frac{BC}{AC} \quad (\text{siehe Seite 12})$$

III Entfernungsbestimmung nach Sellier - 16-Felderscheibe - Definition des Streukreises

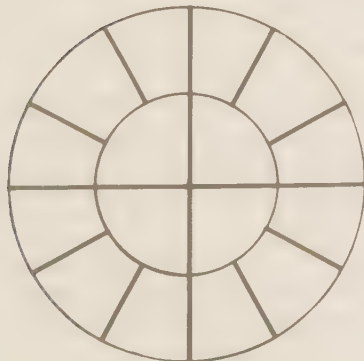
Mit Hilfe einer 16-Felderscheibe wurde mit großen Schußreihen ermittelt, daß ein Streukreis existiert, der 95 % aller Treffer beinhaltet, das heißt, 5 % aller Einschläge sind als Randschrote zu bezeichnen mit abnormer Abweichung vom Mittelpunkt und dürfen für Entfernungsbestimmungen nicht verwendet werden.

Die Entfernung wurde durch Versuchsreihen mit gleicher Waffe und Munition bestimmt, wobei der Durchmesser des Schußbildes proportional der Entfernung ist.

Diese 16-Felderscheiben-Methode gibt außerdem Auskunft über:

1. Trefferzahl
2. Regelmäßigkeit
3. Schußverdichtung
4. Deckung
5. Weitschußgrenze
6. Ausdehnung der Treffer

Bild der 16-Felderscheibe nach Sellier



IV Petersohn-Methode der Drehbilder bis 10 m Entfernung

Die Möglichkeit einer genauen Untersuchung von Schrotschüssen bis 10 m Entfernung hat Petersohn entwickelt. Bei dieser Methode wird ebenfalls die Aussage von Streukreisen verwendet, aber nicht von einem, sondern von drei Streubezirken innerhalb eines Schußbildes. In jedem Schußbild unterscheidet er zentrale, periphere und Randstreuung. Diese Streukreise werden durch übereinanderprojektion von fünf Schüssen sichtbar gemacht.

Methodik:

Von fünf Schußbildern mit gleicher Waffe, Entfernung und Munition werden Negative angefertigt. Durch diese Negative wird rotierendes Fotopapier belichtet und durch die übereinanderprojektion eine optische Trennung der drei Streukreise erreicht. Es entsteht ein sogenanntes "Kombinationsschußbild". Von jeder gesuchten Entfernung wird ein solches Kombinationschußbild hergestellt und mit dem Tatschußbild, das ebenfalls auf rotierendem Fotopapier dargestellt wurde, verglichen. So kann ein optischer Vergleich zwischen Probeschüssen bekannter Entfernung und zu untersuchendem Schuß angestellt werden, wobei bis 10 m Entfernung eine Genauigkeit bis auf einige Zentimeter erreicht wird.

Die Methode enthält drei Streukreise:

1. zentral (alle Einschüsse nahe dem Mittelpunkt)
2. peripher (entspricht in etwa dem 2 ssr^2 Wert von Sellier, der 95% aller Treffer beinhaltet)
3. Randschrot (enthält Ausreißerschrote, die zur genauen Entfernungsbestimmung nicht herangezogen werden dürfen (5 % der gesamten Anzahl)).

V Zusammenfassung der Entfernungsbestimmungen

Die grundlegenden Untersuchungen von Sellier und die Arbeiten von S. Smusin haben heute noch Gültigkeit zur groben Einschätzung von Schrotschußentfernungen. Eine Verbesserung und Weiterführung der 16-Felderscheibe besteht in der Petersohn-Methode, da sie individuell den wirksamen Streukreis eines Schrotschusses durch Übereinanderprojektion von fünf Schüssen genauer bestimmt als der Streukreis von Sellier (95 % Trefferanteil).

Nachteil der beiden Methoden, nach Sellier und Petersohn, sind die zahlreichen Versuchsreihen, die bei jeder Untersuchung notwendig sind, und daß mit gleicher Munition und Waffe wie die Tatwaffe geschossen werden muß.

VI Rekonstruktion eines Schußbildes aus einem Teilschußbild

Bei der Rekonstruktion eines Schiessunfalles ergab sich folgende Situation:

Die Schußbilder der vier anfrage kommenden Schützen unterschieden sich unter anderem darin, daß ein Schußbild nur aus 50 % der Einzelschrote bestand, die drei übrigen aus 95 % der gesamten Schrotladung (5 % = abweichende Fehlschrote).

Um den Durchmesser dieses unvollständigen Schußbildes und damit die Schußentfernung berechnen zu können, mußte die Fläche des Schußbildes auf 100 % ergänzt werden.

Berechnet wurde das Quadrat, das alle Treffer umschließt, indem man seinen diagonalen Durchmesser gemessen hat.

Schütze	Treffer	Schrotgröße	Verhältniszahl	Fläche	Radius	Entfernung
1.	192	3,0 mm	4,2	810cm ²	16,5cm	10,9 m
2.	re 106	3,5 mm	13,2	1406cm ²	21,2cm	17,0 m
	li 104	3,5 mm	15,0	1560cm ²	22,2cm	17,0 m
3.	96	3,5 mm	17,8	1720cm ²	23,4cm	*
4.	100	3,5 mm	22,6	4536cm ²	37,9cm	20,6 m

Beim Schuß 4. wurde auf einer Quadratfläche von 2268 cm² nur ein Anteil von 50 % Treffer festgestellt, so daß zur Berechnung des Radius r die Fläche verdoppelt und in eine Kreisfläche umgerechnet werden mußte.

Der Schußvergleich war nur möglich durch die Rekonstruktion des einen Teilschußbildes zum Gesamtschußbild.

Mit dieser Methode konnte der fragliche Täter eingekreist werden.

* Der 3. Schütze war das Opfer des Schießunfalls.

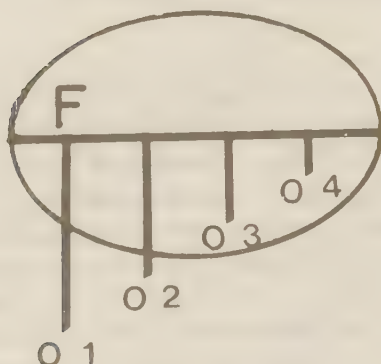
C Winkelbestimmung bei Schrotschüssen -
Zusammenfassung bekannter Methoden

I Sellier

Schrägschüsse können an der elliptischen Form des Schmauchbildes erkannt werden, weiterhin an der elliptischen Form des Einschußbloches in Textilien und am Körper. Aus der Elliptizität des Loches kann in etwa der Einschußwinkel berechnet werden. Es gilt $\sin \alpha = \frac{a}{b}$, wenn a die kleine und b die große Achse der Einschußellipse bedeuten. Während beim senkrechten Schuß die gemessene Flächendichte der Schmauchelemente unabhängig von der Entnahmestelle ist, trifft das für den Schrägschuß nicht mehr zu. Die Flächendichte zeigt verschiedene Werte, je nachdem, in welchem Winkel zur Einschußrichtung die Probe entnommen wird. Nur diejenigen Meßwerte sind gleich, deren Entnahmestellen im Bezug auf die Schußrichtung symmetrisch liegen. Es werden diejenigen Werte zur Auswertung benutzt, deren Entnahmestellen um 90° links und rechts von der Schußrichtung liegen. Diese so erhaltenen Werte entsprechen denjenigen, die bei senkrechtem Schuß aus gleicher Entfernung erhalten werden. Bei Schußversuchsreihen werden jedoch die Einschüsse aus gleichem Winkel wie der Tatschuß gegeben.

Die Konstruktion der Schußellipse aufgrund von Messungen der Fläche der Schmauchelemente ermöglicht eine Winkelbestimmung nur bei Nah- und relativen Nahschüssen, ist aber bei Entfernungen, die über die Meßbarkeit der Schmauchelemente in Kleidung oder Haut hinausgehen, nicht mehr anwendbar.

Bild der Flächendichtemessung



II Russische Untersuchung von 1971 von S. Smusin

Auf experimentellem Wege konnten die Autoren feststellen, das bei Schüssen mit Schrot Nr. 0 bei geringen Entfernungen (in Grenzen bis 5 m) der Streuwinkel 4° und 44 Minuten beträgt. Nach Angaben von A. I. TOLSTOJAF und S. D. KUSTANOVITSCH (1956) ist der Winkel der Auseinanderstreuung des Schrotes noch kleiner (nicht größer als 2°).

In solchen Fällen ist folgende geometrische Konstruktion und Berechnung zulässig:

Trifft ein Schrotschuß eine Zielscheibe und ist AC der große Durchmesser der Schußellipse unter dem Winkel α , so lassen sich im Punkt A und C Parallelen zur Schußrichtung errichten. wenn vom Punkt A eine zu BC senkrechte Gerade gezogen wird (die senkrechte Gerade AB - der kleinen Achse der Ellipse), so wird ein rechtwinkeliges Dreieck ABC gebildet. Dann gilt $\sin \alpha = \frac{AB}{AC}$.

Wie aus Tabellen dieser Veröffentlichung ersichtlich, ergibt sich die Möglichkeit, den Schußwinkel mit einem maximalen Fehler von $\pm 9^\circ$ zu ermitteln.

III Ergebnis obiger Methoden und weitere Aufgabenstellung

Die bisher bekannten Methoden und Beobachtungen beschäftigen sich mit Nah- und Fernschüssen bis 5 m Entfernung. Dabei wird beurteilt:

1. Form des Einschusses (Ellipse) der Haut und eventuell der Kleidung
2. Schmauchfigur (konstruierbar, soweit Entfernung nicht größer ist als 2 - 3 m)
3. Vergleichsschußreihen mit Ausmessung der Ellipsenachsen, wobei gilt: $\sin \alpha = \frac{d}{D}$, untersucht bis 5 m Entfernung.

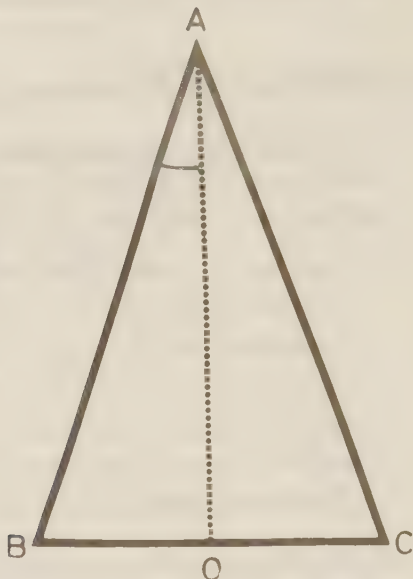
Da die Wirkung eines Schrotschusses auf einen Menschen bei 20 m noch tödlich sein kann, ist es unbedingt notwendig, diese Entfernungen zu berücksichtigen, zumal sie die häufigsten Schußentfernungen bei Jagdunfällen mit Schrotmunition darstellen.

Aufgabe der folgenden Untersuchung ist es, eine Methode zu entwickeln, die es ermöglicht, in einem Schrägschußbild den Winkel zu bestimmen.

Winkel zwischen 60° und 90° wurden nicht berücksichtigt, da es sich bei Entfernungen von 10 - 20 m bei diesen Winkeln um Streifschüsse handeln muß, die nicht rekonstruierbar sind. Ein Direktschuß trifft ein Objekt frontal, ein 90° -Schuß trifft ein Objekt von der Seite her, aber jeder dieser Schüsse stellt deshalb einen Direktschuß dar.

IV Geometrische und mathematische Verhältnisse bei der Winkelbestimmung

1. Winkelbestimmung



Es gilt: $\tan \alpha = \frac{BO}{AO}$. Daraus ergibt sich: $AO = \frac{BO}{\tan \alpha}$.

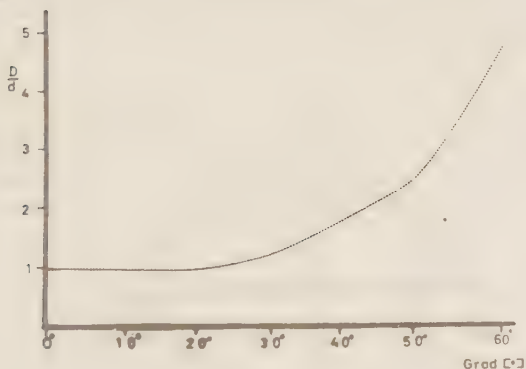
BO entspricht dem Radius r des Schußkreises und ist damit meßbar. Ist wie in der russischen Veröffentlichung von S. Smusin der Streuwinkel β bekannt ($\tan \beta = 0,0261$), kann AO berechnet werden.

Die genauer Ermittlung des Radius r des Schußkreises wird durch verschiedene Faktoren erschwert:

1. Schrotgröße
2. Beschaffenheit und Eigenart der Waffe
3. Pulverart und den daraus resultierenden verschiedenen Streuungen.

Ist der Streuwinkel des Schrotschusses nicht bekannt, so läßt sich die Schußentfernung nur auf experimentellem Wege einkreisen (siehe Sellier und Petersohn). Für die Berechnung des Schußbeinfallswinkels α gilt $\sin \alpha = \frac{d}{D}$, wobei d die kleine Ellipsenachse und D die große Ellipsenachse des Schußbildes darstellen. Dies ist identisch mit $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$ und wurde in den folgenden Untersuchungsreihen benutzt.

Zeichnung der Funktion $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$



2. Kegelschnitte

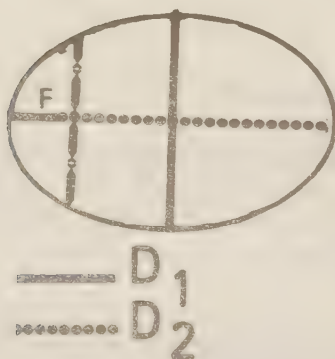
Die entstehenden Schußbilder bei Schrotschüssen entsprechen Kegelschnitten, wobei die Grundfläche des Kegels der Zielscheibe bzw. dem Objekt entspricht. Bei Direktschuß entstehen Kreise, Ellipsen bei Schrägschuß, Parabeln bei Streifschuß.

3. Brennpunkt und Achsenabschnitte der großen Ellipsenachse

Die bei Schrägschüssen entstehenden Ellipsen enthalten zwei Achsen, eine kleine Achse d und eine große Ellipsenachse D .

Die große Ellipsenachse D wird im Brennpunkt geteilt in einen kleineren und größeren Achsenabschnitt. Das Verhältnis dieser beiden Achsenabschnitte ist proportional zum Schußwinkel und sollte zur Winkelbestimmung herangezogen werden.

Bild der Ellipse mit Brennpunkt und Achsenabschnitten



D Eigene Methoden zur Winkelbestimmung

I Schußversuche - 1. Methode

Herstellung photographischer Drehbilder nach Petersohn-Methode wie bei Entfernungsbestimmung.

Beschreibung der Schußversuchsreihen

Die Schußversuche wurden mit einer Waffe Fabrikat SAUER, Kaliber 16/70, durchgeführt. Es wurde auf eine lotrecht stehende Scheibe aus Entfernungen von 10 m und 20 m unter gleichen Wetterverhältnissen von Schützen gleicher Größe geschossen. Dabei wurde der Winkel zur Senkrechten auf die Schießscheibe (Schußwinkel) jeweils um 15° verändert. Der Direktschuß wird als 0° -Schuß bezeichnet. Jeder Winkel wurde mindestens fünfmal in der gleichen Entfernung geschossen. Als Munition fand "Waidmannsheil" mit Plastikkäppchen sowohl 3 mm als auch 4 mm Verwendung. Es wurden folgende Schußreihen geschossen:

1. Versuchsreihe:

Aus 10 m Entfernung mit Munition 3 mm

2. Versuchsreihe:

Aus 10 m Entfernung mit Munition 4 mm

3. Versuchsreihe:

Aus 20 m Entfernung mit Munition 3 mm.

Die Einschläge der Schrote auf den Scheiben wurden mit Filzstiften deutlich markiert, wobei die ovale Form der Einschüsse bewahrt wurde.

Die ovale Form der Einschüsse trat bei den größten Winkeln am deutlichsten hervor. Die Zielscheiben wurden anschließend aus einer Entfernung von 1 m photographiert, wobei Objektiveinstellung der Kamera und Filmmaterial immer gleich waren. Diese Photographien wurden nach den drei folgenden Methoden ausgewertet.

Bei den Versuchen, eine Winkelbestimmung anhand von photographischen Drehbildern zu ermöglichen, wurde das Photopapier bei der Belichtung in Rotation um den Zielpunkt gebracht (33 Umdrehungen pro Minute).

Mittels Doppelbelichtung wurde das tatsächliche Schußbild auf das Drehbild projiziert und zur Darstellung gebracht.

1. Drei Streukreise definieren einen Schrotschuß

Die Petersohn-Methode benutzt bei der Entfernungsbestimmung drei Streukreise, die optisch dargestellt und auch berechnet werden können.

Ein Direktschußbild um den Mittelpunkt, der hier identisch dem Zielpunkt ist, gedreht, ergibt einen zentralen, einen peripheren und einen Randschrotanteil.



Ein Schrägschußbild, um den Zielpunkt gedreht, ergibt ebenfalls drei Streukreise, die bei gleicher Entfernung wie der Direktschuß einen größeren Durchmesser haben. Hier ist der Mittelpunkt des Schußbildes nicht identisch dem Zielpunkt des Schusses.

Die Vergrößerung der drei Durchmesser ist proportional dem Schußwinkel und sollte wie beim Direktschuß dargestellt und berechnet werden. Eine deutliche Vergrößerung der drei Durchmesser wurde jedoch erst ab 45° beobachtet. (Siehe graphische Darstellung.)

Das Vermessen war insofern schwierig, als eine scharfe optische Trennung der drei Streukreise nicht so deutlich war, wie bei den direkten Schußversuchen von Petersohn in 5 m Entfernung.

Bei 20 m Entfernung war eine optische Trennung der Streukreise durch Drehbilder kaum noch zu erreichen.

2. Bestimmung der Streukreise durch zusätzliche Auszählung der Trefferanzahl

Um zu genaueren Ergebnissen zu kommen, wurden die Treffer des zentralen Streukreises eines Direktschusses mit der gleichen Waffe ausgezählt, und der zentrale Streukreis eines Schrägschusses wurde als diejenige Fläche definiert, die die gleiche Anzahl der Trefferschrote enthielt.

Im vorliegenden Falle enthielt der zentrale Streukreis 50 % der Treffer, die übrigen 45 % entfielen in den peripheren Streukreis. Der Randschrotanteil

wurde eliminiert. Als Randschrote wurden diejenigen Einschläge gewertet, die im Drehbild zu keiner kreisförmigen Abbildung geführt haben.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist in den graphischen Darstellungen abgebildet, wobei auf der Abszisse die Winkel aufgetragen sind. Die obere Linie entspricht dem größten Wert, die untere Linie dem kleinsten Wert der jeweils fünf Versuchsschüsse pro Winkel.

3. Kritische Betrachtung

Eine Winkelbestimmung von Schüssen aus 10 - 20 m Entfernung durch die photographische Drehmethode ist praktisch nicht verwertbar.

- a) Der Zielpunkt, um den später das Schußbild gedreht wird, ist bei einem fremden Schuß nicht bekannt. In einer Versuchsreihe kann dieser Zielpunkt nur in kurzen Entfernungen durch Verbindung der Zielscheibe und der Gewehrmündung mit einem Faden genauestgestellt werden.
- b) Die Streuung ist bei Entfernungen von 10 m und mehr so groß, daß Drehbilder keine optisch scharf trennbaren Streukreise mehr zeigen, und erst durch die zusätzliche Auszählung kommt es zu einer Ausmessung.

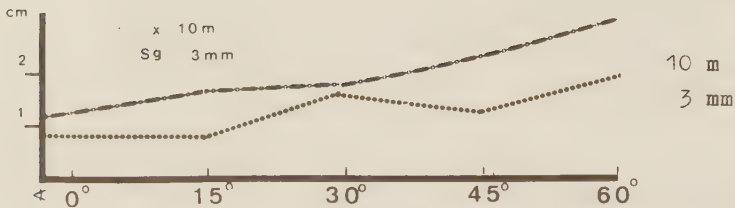
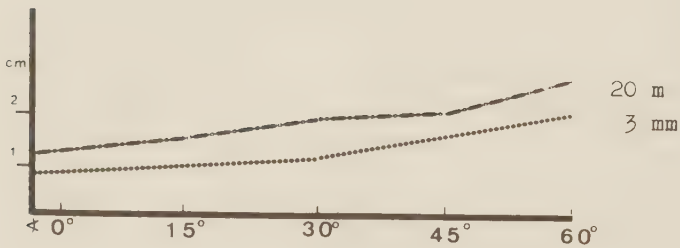
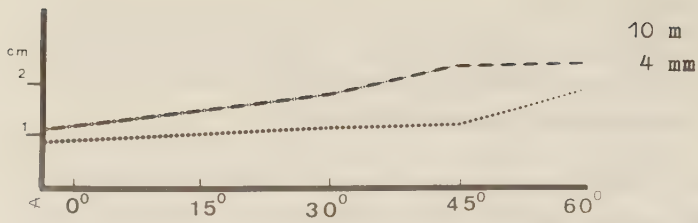
Winkel unter 45° können nicht vom Direktschuß unterschieden werden, erst bei Winkeln über 45° treten deutliche Unterschiede auf.

c) Schußvergleiche:

Ein Schuß ist definiert durch die drei Radien, die aus dem Drehbild ausgemessen werden können.

Ein Vergleichsschuß weist ebenfalls drei Radian auf. Diese kann man mit den Radian der Versuchsschußreihe vergleichen.

Eine Winkelbestimmung mittels Drehmethode ergibt bei kürzeren Entfernungen als 10 m möglicherweise genauere Messungen, da diese Methode bei Entfernungsbestimmungen bis 10 m äußerst genau ist.



Darstellung der gemessenen Durchmesser bei Schrägschussdrehbildern mit der gesamten Schwankungsbreite. Unterscheidung nur ab 30° $\times$ Unterschied wegen zu großer Streubreite.

II Schußversuche - 2. Methode

1. Verfahren der geteilten Drehbilder

Es ist möglich, Achsenabschnitte direkt aus dem Schußbild zu messen und in Relation zum Winkel zu setzen. Es wurde jedoch der Versuch unternommen, durch Drehbilder den zentralen, peripheren und Randstreukreis zu bestimmen, um eine größere Genauigkeit zu erreichen.

Das Negativ eines Schußbildes wird im Zielpunkt senkrecht geteilt und jeweils eine Hälfte rotierend belichtet, so daß jeweils nur der Schußanteil D1 oder D2 optisch bei der Rotation und Belichtung zur Abbildung gelangt. Bei den Drehbildern zeigen sich zentrale, periphere und Randstreukreise.

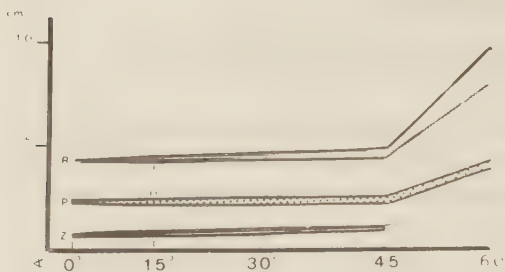
Durch Auszählung der Trefferzahl in D1 und D2 zur Bestimmung der Durchmesser konnte eine Verbesserung der Messung erreicht werden. Ausgezählt wurden jeweils in gleicher Anzahl die Treffer in Zentralanteil D1 zu D2, ebenso in Peripheren- und Randschrotanteil.

2. Graphische Darstellung

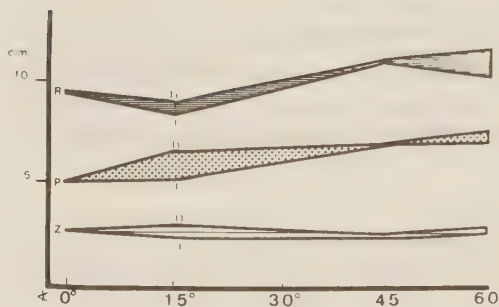
Meßwerte des Durchmessers des zentralen, peripheren und Randanteils der geteilten Drehbilder in D1 und D2 ergeben deutliche Unterschiede der Winkelgruppen 45° und 60° .

Um die Ergebnisse noch deutlicher zu machen, wurden jeweils die Quotienten Z1, P1, R1 zu Z2, P2 und R2 gebildet und graphisch dargestellt. Eine Unter-

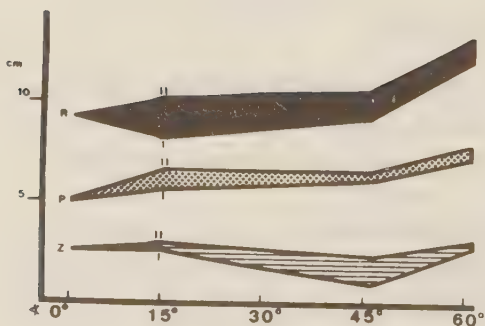
scheidung von 0° , 30° und 60° ist in dieser Versuchsanordnung deutlich möglich.



10 m
3 mm



20 m
3 mm



10 m
4 mm

3. Kritische Betrachtung

Mit diesen 6 Radian kann ein Schuß definiert werden. Der Winkel kann aber nur mit einer Genauigkeit von 30° durch Vergleichsschußreihen eingekreist werden.

Vergleichs- und Tatschüsse sind durch 6 Radian definiert und somit unterscheidbar. Gegenüber der ersten Methode erhält man größere Genauigkeit, doch die Winkelbestimmung hat eine zu große Fehlerbreite.

Konstruktion der geometrischen Ellipse im Schrägschußbild

1. Geometrische Voraussetzungen und Ziel der Versuchsreihe

Bei der ersten und zweiten Methode wird versucht, den Schußwinkel durch Vergleichsschußreihen einzukreisen. Die dritte Methode stellt ein Verfahren dar, das es ermöglicht, den Schußwinkel direkt aus dem Tatschußbild zu entnehmen.

Da der Schrägschuß eine verzernte Ellipse darstellt, wird mit der folgenden Methode versucht, den Schrägschuß als unverzernte Ellipse darzustellen. Aus dieser so zu konstruierenden Ellipse kann man die interessierenden Parameter entnehmen. Dies sind die kleine Ellipsenachse d und die große Ellipsenachse D .

Bekannt ist folgende Beziehung: $\sin \alpha = \frac{d}{D}$.
In unserem Falle wird die Funktion $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$
zugrunde gelegt.

2. Durchführung

a) Mittelpunktbestimmung

Weder der Zielpunkt noch der Brennpunkt sind bei einem Tatschrägschußbild bekannt oder zu messen. Der geometrische Mittelpunkt der Ellipse, der identisch ist mit dem Schwerpunkt, läßt sich hingegen durch Auszählen aller Schroteinschläge ermitteln, indem die vorhandene Gesamtzahl in vier gleiche Mengen aufgeteilt wird. Der Schnittpunkt der zwei Teillinien ist der Schwerpunkt und gleichzeitig Mittelpunkt. Dieser geometrische Schwerpunkt wurde in jedem Schußbild ermittelt und diente als Mittelpunkt der zu konstruierenden Ellipse.

b) periphere Streuung

Die Definition dieses Begriffs lautet nach Waffenlexikon:

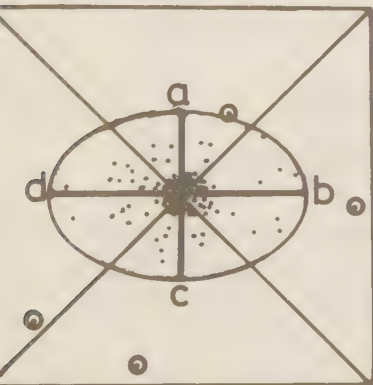
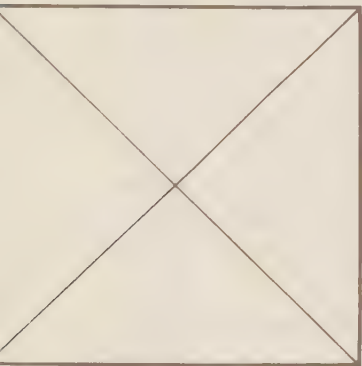
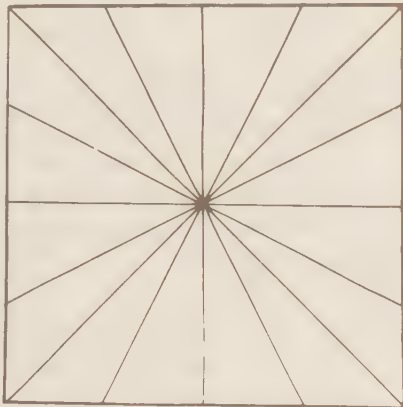
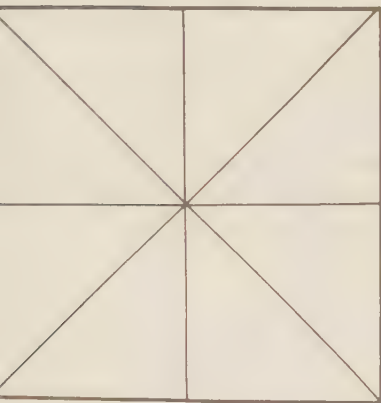
Der Kreis, der 95 % der Gesamttreffer beinhaltet, ist der periphere Streukreis.

Im Falle eines Schrägschusses ist es die Ellipse, die 95 % der Gesamttreffer beinhaltet. Zugrunde liegt die Überlegung, daß man 5 % aller Treffer als Randschrote eliminieren muß. Bei 80 Treffern müssen 5 % = 4 Schrote gelöscht werden. Dazu legt man eine Schablone auf den Mittelpunkt des Schußbildes, die so viele Sektoren wie zu löschende Randschrote enthält. Der in jedem Sektor vom Mittelpunkt entfernteste Schrot wird als Randschrot eliminiert.

Man betrachtet nur diejenige Ellipse, die 95 % aller Schrote enthält.

c) Sektorenscheibe

Der Mittelpunkt (Schwerpunkt) wird wie obengenannt ermittelt. Mittels der Sektorenscheibe werden die Randschrote entfernt. Über die verbleibenden Treffer wird eine Ellipse gezeichnet, die möglichst alle Treffer umschließt.



Sektorenscheiben zur
Eliminierung von Rand-
schroten. 4 - 8 - 16
entsprechend den Gesamt-
schrotzahlen 80 - 160 -
320.

Beispiel einer Ellipsen-
konstruktion mit einge-
zeichneten eliminierten
Randschroten und der
Sektorenscheibe.

d) Vermessung der Ellipsenachsen

Die Ergebnisse der Messung müssen mit dem Faktor 5,2 multipliziert werden, um die tatsächlich gemessenen Werte zu erreichen, da durch die photographische Abbildung der Originale eine Verkleinerung entstanden ist, die man korrigieren muß. Ausgemessen wurden D und d der Ellipse. In der Arbeit von S. Smusin wurde folgende Winkelbeziehung zur Winkelbestimmung benutzt: $\sin \alpha = \frac{d}{D}$.

Der Ergänzungswinkel hat folgende Funktion:

$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$. Mit ihm wird die Abweichung der Mittelsenkrechten zur Schiessscheibe gemessen, nicht der Schußwinkel.

Zur graphischen Darstellung wurde der Mittelwert des Quotienten $\frac{D}{d}$ mit Konfidenzbereich benutzt und graphisch dargestellt. In der statistischen Auswertung der Meßwerte soll gezeigt werden, daß sich die Ergebnisse der drei Versuchsreihen, die mit der Methode der geometrischen Ellipsenkonstruktion ermittelt werden, trotz unterschiedlicher Munition und Entfernung nicht voneinander unterscheiden, daß sich die Winkelgruppen aber deutlich voneinander unterscheiden. Dazu wurden die Winkel der drei Versuchsreihen aufgeteilt in Winkelklassen von 0° , 15° , 30° , 45° und 60° .

Die drei Versuchsreihen selbst unterschieden sich in Entfernung, einmal 10 und 20 m, und durch die Schrotgröße 10 m 3 mm Schrot und in 10 m 4 mm Schrot.

3. Meßtabelle und statistische Auswertung

a) Tabelle der Meßwerte und graphische Darstellung

Die erste Darstellung zeigt die einzel vermessenen Ellipsenachsen mit ihren Quotienten. Aus diesen Meßwerten von großer und kleiner Ellipsenachse (D und d) sowie dem Quotienten $\frac{D}{d}$ wurden jeweils Mittelwert und Standardabweichung errechnet.

Tabelle der Meßwerte

Großer und kleiner Ellipsendurchmesser der Schußellipse sowie der Quotient beider Größen bei verschiedenen Schußwinkeln, Schußentfernungen und Schrotgrößen.

1. Schußentfernung: 20 m

Schrotgröße: 3 mm

Schuß- winkel (Grad)	großer Ellipsen- durchmes- ser D (cm)	kleiner Ellipsen- durchmes- ser d (cm)	Qua- tient Q	An- zahl	Mittel- werte	Standard- abweichun- gen
0°	16,80 11,00 7,00 9,00 10,00 9,50	15,80 10,00 7,20 10,20 9,50 9,20	1,070 1,100 0,972 0,870 1,050 1,030	6	D 10,21 d 9,36 Q 1,01	D 2,60 d 2,75 Q 0,68
15°	8,00 13,00 12,80 10,50 11,00 13,00 11,00	7,10 9,00 11,00 9,50 8,00 11,00 9,40	7,140 1,350 1,160 1,100 1,370 1,180 1,230	7	D 11,41 d 9,35 Q 1,21	D 1,00 d 1,44 Q 0,10
30°	10,40 11,00 11,50 11,00 11,50	7,40 7,50 6,80 7,50 5,80	1,530 1,500 1,690 1,390 1,940	5	D 11,20 d 7,50 Q 1,49	D 0,31 d 0,70 Q 0,13
45°	15,50 15,10 15,10 14,50 15,00 13,20 13,20 14,00 15,50	7,80 8,60 8,20 8,20 7,00 7,80 7,60 7,00 9,10	1,730 1,750 1,840 1,760 1,770 1,690 1,730 1,900 1,710	11	D 14,22 d 7,92 Q 1,79	D 0,69 d 0,69 Q 0,11
60°	17,20 17,00 17,00 16,00 16,30 18,00	7,50 7,30 6,90 7,50 6,80 7,00	2,290 2,320 2,460 2,130 2,460 2,570	7	D 17,07 d 7,16 Q 2,37	D 0,70 d 0,20 Q 0,14

2. Schußentfernung: 10 m

Schrotgröße: 4 mm

Schuß- winkel (Grad)	großer Ellipsen- durchmes- ser D (cm)	kleiner Ellipsen- durchmes- ser d (cm)	Quo- tient Q	An- zahl	Mittel- werte	Standard- abweichun- gen
0°	3,30 5,60 5,00 4,00 3,70 3,70 5,50	3,20 5,00 4,50 4,20 3,70 3,70 5,00	1,030 1,120 1,100 0,950 1,000 1,000 1,100	7	D 4,40 d 4,18 Q 1,04	D 0,94 d 0,69 Q 0,06
30°	5,30 5,00 6,00 7,50 5,00	3,80 3,40 4,20 4,50 3,20	1,390 1,470 1,420 1,660 1,560	5	D 5,76 d 3,82 Q 1,50	D 1,05 d 0,54 Q 0,11
45°	6,20 7,00 7,30 6,50 8,30	3,60 3,30 4,20 3,40 4,20	1,720 2,120 1,730 1,910 1,970	5	D 7,06 d 3,74 Q 1,09	D 0,81 d 0,43 Q 0,16
60°	10,50 10,20 9,20 11,00 11,00	5,00 4,50 4,00 5,00 5,40	2,100 2,260 2,300 2,200 2,030	5	D 10,38 d 4,78 Q 2,18	D 0,74 d 0,54 Q 0,11

3. Schußentfernung: 10 m

Schrotgröße: 3 mm

Schuß- winkel (Grad)	großer Ellipsen- durchmes- ser B (mm)	kleiner Ellipsen- durchmes- ser d (mm)	Quo- tient Q	An- zahl	Mittel- werte	Stand- ard- abweichun- gen
0°	3,70 3,20 3,40 3,80 3,20	3,50 3,40 3,30 3,00 3,30	1,050 1,080 1,030 0,930 0,970	5	B 3,36 d 3,34 Q 1,00	B 0,30 d 0,20 Q 0,07
15°	3,70 4,00 3,70 3,20 3,00	3,80 3,80 3,50 3,10 3,50	1,320 1,530 1,050 1,030 1,140	5	B 3,72 d 3,18 Q 1,17	B 0,32 d 0,35 Q 0,16
30°	4,10 4,00 3,70 3,00 3,70	3,80 3,50 2,80 2,50 2,50	1,570 1,600 1,370 1,500 1,670	5	B 4,18 d 2,60 Q 1,60	B 0,23 d 0,12 Q 0,09
45°	4,10 3,20 3,90 3,00 3,10	3,00 2,70 2,90 2,60 2,90	1,500 1,920 1,550 1,760 1,750	5	B 4,90 d 2,68 Q 1,90	B 0,16 d 0,11 Q 0,172
60°	7,60 7,50 7,00 11,00 9,80 16,20 11,20 11,00	3,20 3,20 3,10 3,40 4,20 5,00 5,00 4,30	2,430 2,370 2,250 2,030 2,330 2,240 2,240 2,550	8	B 3,95 d 4,17 Q 2,52	B 2,41 d 0,92 Q 0,44

In den Abbildungen 1, 2 und 3 sind die Mittelwerte und ihre Standardabweichungen der einzelnen Schußreihen in der dritten Methode dargestellt, wobei die Längen der vermessenen Ellipsenachsen in Abhängigkeit vom Schußwinkel aufgetragen sind.

Im unteren Teil jeder Graphik (1a, 2a, 3a) ist der Quotient aus großer Achse zu kleiner Achse in Abhängigkeit vom Winkel dargestellt. Die einzelnen Achsenwerte sind in der Tabelle der Meßwerte aufgeführt.

Wie man aus der Graphik sieht, verläuft die Länge der kleinen Ellipsenachse fast waagrecht, während die große Ellipsenachse stärker ansteigt. Da in den Versuchsreihen nur der Quotient von Interesse ist, wurde zur Überprüfung der Frage, ob sich die Mittelwerte in den einzelnen Winkelklassen untereinander und außerdem innerhalb der drei Schußreihen voneinander unterscheiden, eine zweifache Varianzanalyse durchgeführt. Das Ergebnis der zweifachen Varianzanalyse ist in folgenden Tabellen aufgeführt.

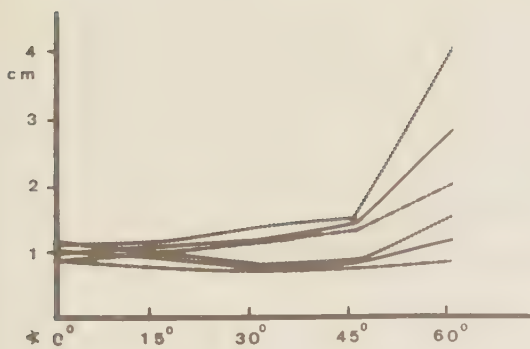


Abb. 1

10 m

3 mm

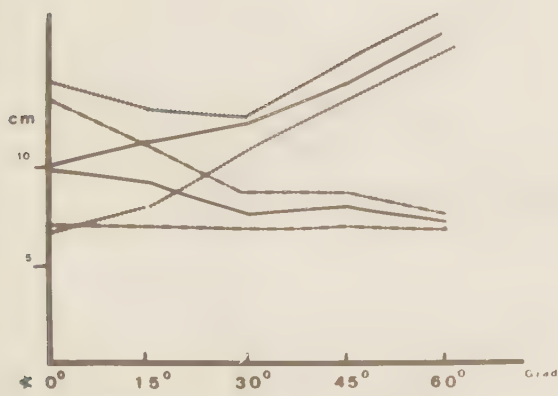


Abb. 2

20 m

3 mm

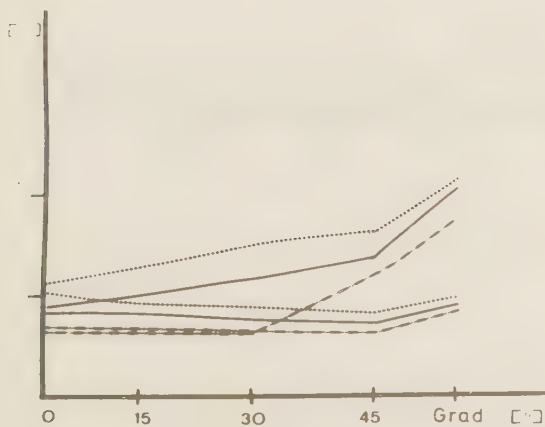


Abb. 3

10 m

4 mm

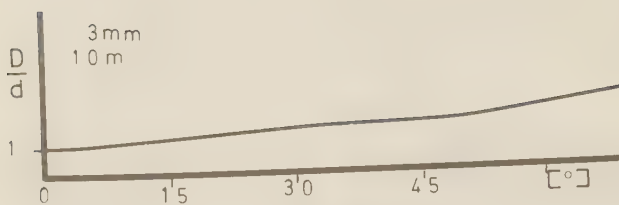


Abb. 1a

10 m

3 mm

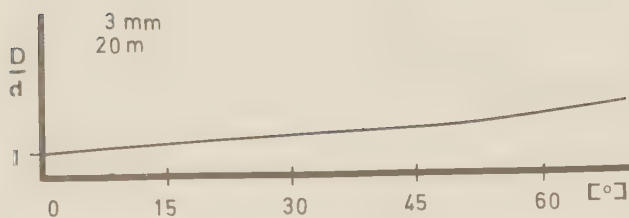


Abb. 2a

20 m

3 mm

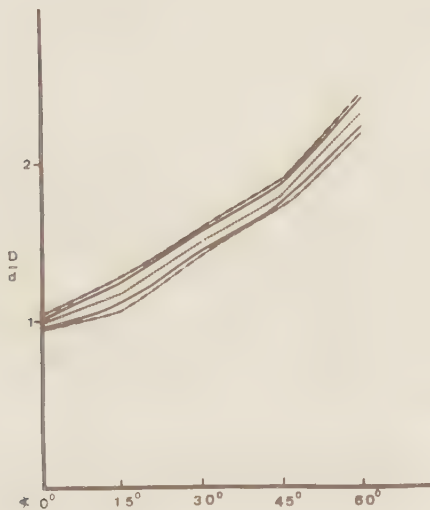


Abb. 3a

10 m

4 mm

Bei der Darstellung der drei Versuchsreihen der dritten Methode sieht man bei den absoluten Werten zwar sehr unterschiedliche Größen (s. Abb. 1 - 3), bei der Bildung des Quotienten jedoch entstehen fast identische Kurven (s. Abb. 1a - 3a). Es sind in der letzten Tabelle die gemeinsamen Konfidenzbereiche wie berechnet graphisch dargestellt.



Gemeinsamer Konfidenzbereich der drei Schußreihen nach der Methode der Ellipsenkonstruktion.

b) Zweifache Varianzanalyse - unbalancierter Fall

Variationsursache	Sq	FG	MG	F-Wert	Signifikanz
Zwischen den Winkelklassen	18,2929	3	6,0978	278,6	++
Zwischen den Versuchsreihen		2	0,0269	1,22	-
Wechselwirkung		63	0,0219		-
Rest		74	0,0225		
Gesamt		6			-

Es besteht keine Wechselwirkung zwischen den Winkelklassen und Versuchsreihen. Zwischen den Mittelwerten der Versuchsreihen (Entfernungen) sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

Aufgrund dieses Ergebnisses ist man berechtigt, einen gemeinsamen Mittelwert für alle Versuchsreihen (Entfernungen) anzunehmen.

Der Mittelwert für den Quotienten und sein Konfidenzbereich auf dem 5 %-Niveau sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

c) Konfidenzbereich

Winkel (Grad)	Mittelwert des Quotienten $\frac{D}{a}$	Konfidenzbereich $\mathcal{X} =$
0°	1,0217	+/- 0,1690
15°	1,2000	+/- 0,3410
30°	1,5320	+/- 0,0282
45°	1,8052	+/- 0,0321
60°	2,3275	+/- 0,0436

Die Mittelwerte der Ellipsendurchmesser in den einzelnen Winkelgruppen unterscheiden sich hochsignifikant. Um festzustellen, zwischen welchen Winkelgruppen diese Unterschiede auftreten, wurden lineare Kontraste zwischen je zwei Winkelgruppen gebildet und mit dem Scheffé-Test geprüft. Das Ergebnis folgt nachstehend.

d) Lineare Kontraste

	Winkel der 1. Gruppennummer	Winkel der 2. Gruppennummer	F-Werte
Entfernung 10 m Schrotgröße 3 mm	0° = 1	15° = 2	4,984
	0° = 1	30° = 3	34,487
	0° = 1	45° = 4	40,100
	0° = 1	60° = 5	87,700
	15° = 2	30° = 3	24,519
	15° = 2	45° = 4	30,130
	15° = 2	60° = 5	76,640
	30° = 3	45° = 4	56,148
	30° = 3	60° = 5	49,445
	45° = 4	60° = 5	43,210
Entfernung 20 m Schrotgröße 3 mm	0° = 1	15° = 2	26,080
	0° = 1	30° = 3	56,460
	0° = 1	45° = 4	167,650
	0° = 1	60° = 5	174,400
	15° = 2	30° = 3	33,600
	15° = 2	45° = 4	82,090
	15° = 2	60° = 5	48,000
	30° = 3	45° = 4	38,890
	30° = 3	60° = 5	107,370
	45° = 4	60° = 5	81,700
Entfernung 10 m Schrotgröße 4 mm	0° = 1	30° = 3	59,150
	0° = 1	45° = 4	109,610
	0° = 1	60° = 5	146,870
	30° = 3	45° = 4	46,770
	30° = 3	60° = 5	81,210
	45° = 4	60° = 5	34,490

Aufgrund der F-Werte kann man sagen, daß die Winkelgruppen 0° und 15° sich sowohl im 10-Meter- als auch im 20-Meter-Versuch schon deutlich unterscheiden. Die weiter auseinanderliegenden Winkelgruppen unterscheiden sich um so stärker.

E Diskussion der Ergebnisse

I Genauigkeit und Verwendung

Lediglich die Konstruktion der geometrischen Ellipse in einem Schrägschußbild unter Verwendung der Mittelpunktbestimmung, des 95 % Streukreises und der Sektorenschablone, bietet eine wissenschaftlich vertretbare und verwertbare Methode der Winkelbestimmung von Schrotschrägschüssen. Zur Auswertung ist nur der Quotient brauchbar.

In der beschriebenen Versuchsanordnung wurde ein Fehler beim Quotienten mit einer Standardabweichung von 2,33 festgestellt.

Es konnten zwei Munitionsarten und erheblich voneinander verschiedene Entfernungen, insgesamt drei verschiedene Versuchsreihen, in einem Gesamtergebnis zusammengefaßt werden. Bei Entfernungen von 10 m und 20 m sind Witterungseinflüsse wie Wind und Temperaturunterschiede erhebliche Faktoren, obwohl standardisierte Bedingungen angestrebt wurden. Eine weitere Fehlermöglichkeit wurde ausgeschlossen. Das Schrägschußbild muß senkrecht zum Schussmittelpunkt photographiert werden, da bei schrägen Aufnahmen der Winkel noch weiter verzerrt wird.

II Gerichtsmedizinische Praxis - Darstellung in zwei Fällen

1. Erster Fall

a) Messwerte und Falldarstellung

In unserer Praxis ereignete sich ein Fall von tödlicher Verwundung durch ein Schrotgewehr. Bei der gerichtsmedizinischen Untersuchung der

Leiche wurde auf der rechten vorderseitigen Oberfläche des Brustkorbes eine breite Wunde ovaler Form festgestellt, an deren Rändern vereinzelte kleine Öffnungen durch Einschüsse einzelner Schrotkörner zu sehen waren. Die Gesamtfläche der Verletzung hatte die Form einer Ellipse, deren große Achse 8,5 cm und die kleine 4 cm betrug. Nach der Eigenart der Wunde und nach der Lichtung der Wundkanäle konnte man behaupten, daß der Schuß etwas von oben und von links abgegeben worden war.

Wie uns bekannt wurde, war der Schuß aus einem Jagdgewehr vom Kaliber 16, geladen mit schwarzem Pulver von 50 g Gewicht und Schrot Nr. 3. Derselbe Schrot wurde in der Patrone des anderen Laufes gefunden, und ihr Maß entsprach dem Schrot, das in der Leiche gefunden worden war.

Die Winkelbestimmung erfolgte nach der Methode von S. Smusin und ergab einen Schußwinkel von 29° (s. C II) $\sin \alpha = \frac{d}{D}$.

b) Vergleich mit Ergebnissen von S. Smusin

$\alpha = 29^{\circ}$ bedeutet in der Arbeit von S. Smusin - Einfallswinkel -. In unserer Methode wäre der Ergänzungswinkel mit 61° zu ermitteln, um ein gleiches Ergebnis zu erhalten. Dabei handelt es sich um die Abweichung vom Zentralstrahl. Zu beachten ist, daß bei dem russischen Fall der Schuß aus einer Entfernung von 95 cm abgegeben wurde.

Unsere Werte resultieren aus Schußversuchen aus 10 m und 20 m Entfernung.

Prinzipiell ist die Winkelbestimmung unabhängig von der Entfernung, die Genauigkeit der Messung

aber bei kleineren Entfernungen größer. Liest man den Quotienten aus 9,5 durch 4 = 2,125 aus der Kurve der gemeinsamen Mittelwerte ab, erhält man einen Winkel von 61° . Der Unterschied beträgt 7° , wobei in unserem Versuchssystem eine Standardabweichung von 2,33 angegeben ist, in der russischen Arbeit eine Abweichung von $\pm 9^{\circ}$. In der russischen Arbeit wurden Schrägschüsse bis maximal 5 m untersucht. Die Messung der Ellipsenachsen wurde tabellarisch wiederholt, nicht praktisch aufgezeichnet. So wurden Handschrote mit vermessen, da kein 95 % Streukreis (Ellipse) verwendet wurde.

Nach inneren Angaben handelte es sich um eine orientierende Untersuchung, die aufwendige Schussversuche notwendig macht, aber keine praktische Verwertbarkeit in Aussicht stellt.

Demgegenüber will obengenannte, von uns entwickelte Methode aufzeigen, daß das System der Konstruktion der geometrischen Ellipse mit Hilfe einer Sektorenschablone und Mittelpunktbestimmung es ermöglichen, aus einem fremden Schußbild durch Vergleichsschüsse den Winkel zu ermitteln.

2. Zweiter Fall

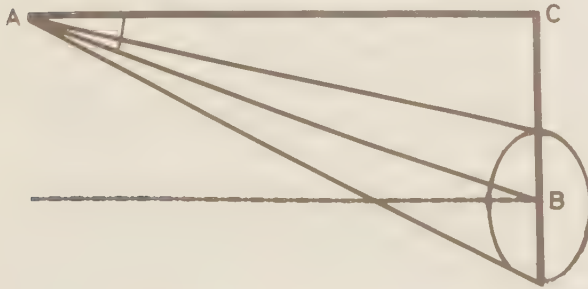
a) Darstellung

Bei einer Jaga wurde ein Schuss aus 5 m Entfernung frontal auf einen Mann abgegeben, der für ein Wildschwein gehalten wurde. Die Entfernung war mit 5 m bekannt.

Nach Anwendung der beschriebenen Methode, der Konstruktion einer Ellipse in das Schußbild, läßt sich ein Achsenverhältnis der konstruierten Ellipse von $6:4,5 = 1,33 = \frac{D}{d}$ feststellen.

Lese ich aus der Kurve der gemeinsamen Mittelwerte den zugehörigen Winkel ab, so beträgt dieser $19,5^\circ$ in vertikaler Richtung.

Bei bekannter Schußentfernung und ermitteltem Schußwinkel ist es möglich, auch den Höhenunterschied zwischen Gewehrmündung und Mittelwert der Ellipse zu berechnen.



A = Gewehrmündung

B $\ni$ Schußbild o. Ellipsenmittelpunkt

AC = Schußentfernung

ACB = 90°

CAB = $19,5^\circ$ (ermittelt über Ellipsenkonstruktion)

CB = Höhenunterschied = 2 m

F Ergebnisse und Folgerungen

In der gesamten Literatur über Entfernungsbestimmungen von Schrotschüssen - siehe Breitenecker, Pontrelli, Puppe, Sellier, Petersohn und S. Smusin - sind umfangreiche Vergleichsschußreihen unumgänglich. Die Beurteilung von Nah- und relativen Nahschüssen mit Schrot ist in den Monographien von K. Sellier und S. Smusin fast identisch.

Die Entfernungsbestimmung bei Fernschüssen wird bei allen Autoren aus dem Durchmesser des Schrotschußbildes errechnet.

Die Entwicklung der 16-Felderscheibe von Sellier führte zu größerer Genauigkeit bei der Auswertung, da Randschrote mit der größten Abweichung und damit der größten Fehlerbreite eliminiert werden können.

Die Schußversuche von S. Smusin erfordern ebenfalls Vergleichsschußreihen zur Identifizierung eines unbekannten Schrotschußbildes. Bei der Vermessung werden jedoch alle Schroteinschläge berücksichtigt.

Mit dem Versuch, mittels photographierter Drehschußbilder die Schußentfernung zu bestimmen, ging Petersohn 1969 neue Wege und fand eine Methode, die vom relativen Nahschuß bis Fernschuß anwendbar ist. Diese Methode erfordert nur wenige Vergleichsschüsse und erbringt sowohl eine optische Vergleichsmöglichkeit als auch rechnerische Ergebnisse.

Der Streukreis (Hampel) findet sich in den Drehschußbildern von Petersohn optisch als Randschrotkreis dargestellt. Wegen der großen

Streuung dieser Randschrote werden sie auch bei Petersohn nicht zur Entfernungsbestimmung herangezogen, um eine größere Genauigkeit zu erreichen.

Die Methode der Drehschußbilder enthält somit den Vorteil des geringeren Aufwandes, einer relativ hohen Genauigkeit und die Möglichkeit einer optischen und rechnerischen Darstellung.

Winkelbestimmungen von Schrotschüssen werden in der Literatur nur von R. Sellier und S. Smusin (1971) beschrieben.

Die Bedeutung der Winkelbestimmung wurde lange nicht erkannt, obwohl Entfernungsbestimmungen verfälscht werden, wenn ein Schrägschuß als solcher nicht erkannt oder bestimmt wird. Sellier versuchte erstmalig, bei Nah- und relativen Nahschüssen aus der Schmauchfigur und der Schmauchdicke das elliptische Schußbild eines Schrägschusses zu konstruieren und wies auf die mögliche Winkelbestimmung hin.

Für Nahschüsse sind z.Z. keine anderen Bestimmungsmethoden bekannt. Bei Fernschüssen entsteht keine Schmauchfigur, so daß sich der Schußwinkel aus dem Schußbild ergeben muß.

1971 berechnete S. Smusin den Winkel von Schrotschüssen nach der Formel $\sin \alpha = -\frac{d}{D}$. Bei diesen Experimenten wurden die Durchmesser der gesamten Schrotschußbilder (mit Randschroten) bis zu einer Schußentfernung von 5 m vermessen und berechnet. Mit einer Fehlerbreite von $\pm 9^\circ$ konnte der Winkel experimentell bestimmt werden.

Diese Ergebnisse waren möglich aufgrund sehr umfangreicher Schußversuche. Man kann der Arbeit von S. Smusin entnehmen, daß allerdings auch die Randschrote mitvermessen wurden.

Bei der Konstruktion der geometrischen Ellipse in das Schußbild unter Verwendung der Mittelpunktbestimmung und der Sektorenscheibe ergeben sich im Vergleich mit der Arbeit von S. Smusin die Vorteile des geringeren Aufwandes und der größeren Genauigkeit. Meßfehler, durch die starke Streuung der Randschrote verursacht, können durch die Verwendung der Streuellipse verringert werden.

Die Eliminierung von Randschroten und die Konstruktion der Streuellipse entsprechen dem Streukreis von Sellier bei der Entfernungbestimmung von Direktschüssen.

Aus dem Schrägschußbild kann bei bekannter Gesamtschrotzahl der Mittelpunkt festgestellt werden. Die Randschrote werden prozentual der Gesamtschrotzahl mittels einer Sektorenscheibe eliminiert. Über das so gewonnene Schußbild wird eine geometrische Ellipse konstruiert und deren Achsen vermessen. Näherungsweise erhält man aus diesen Meßwerten eines einzigen Schußbildes den Schußwinkel, indem der Quotient $\frac{D}{d}$ in die geometrische Funktion $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$ eingesetzt wird. Zur exakten Winkelbestimmung sind Vergleichsschußreihen ebenfalls erforderlich.

Um logarithmische Umrechnungen zu vermeiden, wurde nicht der direkte Winkel ermittelt, sondern der Quotient $\frac{D}{d}$. Bei dem im Versuch ermittelten Winkel handelt es sich um die

Abweichung vom Direktschuß, der als 90° -Winkel angegeben ist, es handelt sich nicht um den Schußeinfallwinkel.

Photographien eines Schrägschusses, möglichst aus der Schußrichtung aufgenommen oder zumindest senkrecht zum Schußmittelpunkt, können später zur Winkelbestimmung verwendet werden, vorausgesetzt, daß das Schußbild wenigstens 50 % der gesamten Schrotzahl enthält.

Die Schußentfernung ist zur Winkelbestimmung nicht erforderlich, da der Winkel nicht entfernungsabhängig ist. Prinzipiell ist jedoch wegen der geringeren Streuung eine bessere Auswertung bei näheren Schüssen gegeben.

Durch Eliminierung der Randschrote erreicht man eine wesentlich größere Genauigkeit in der Auswertung. Im gerichtsmedizinischen Fall der Untersuchung von S. Smusin wurde ein Schuß aus ca. 1 m Entfernung untersucht unter Mitverwertung der Randschrote. Im Vergleich mit unseren Schußversuchen aus 10 m und 20 m mit verschiedenen Schrotarten ergab sich in der Auswertung lediglich ein Winkelunterschied von 7° , obwohl Schrägschüsse aus 1 m Entfernung wesentlich genauer hätten vermessen werden können.

Ist es möglich, Entfernung und Horizontalschußwinkel zu ermitteln, so besteht noch die Möglichkeit eines zusätzlichen Vertikalwinkels. Dieser ist unabhängig vom Horizontalwinkel, verfälscht diesen nicht, kann aber zur Standortbestimmung des Schützen von Bedeutung sein. Der Winkel ist definiert durch die Gradaabweichung der großen Ellipsenachse von der Horizontalen.

Die Entfernung der 5 % Randschrote erbrachte größere Genauigkeit, möglicherweise kann diese durch einen größeren Prozentsatz noch erhöht werden. Unter Verwendung der Kernschrote konnten auch Schußbilder untersucht werden, die nicht ganz vollständig waren.

Der Versuch, die photographische Drehbildmethode der Entfernungsbestimmung nach Petersohn zur Winkelbestimmung zu benutzen, gelang nur begrenzt mit einer Genauigkeit von 30° bei Schußentfernung von 10 m und 20 m. Die Vermutung, daß bei dieser Methode durch typische Interferenzerscheinungen Schrägschußbilder definiert werden könnten, wurde nicht bestätigt. Drehbilder von Schrägschüssen, die um den Zielpunkt gedreht werden, zeigen größere Streuung als Direktschußbilder, sowohl im Bereich der zentralen als auch peripheren und Randstreuung. Dadurch können Schüsse durch Vergleich der Radien der Streukreise voneinander unterschieden werden, eine genaue Winkelbestimmung ist nicht möglich. Drehbilder von Schrägschüssen um den Schußmittelpunkt unterscheiden sich voneinander nur durch unterschiedlich große Radien und können von Direktschußbildern aus größerer Entfernung kaum unterschieden werden.

G Zusammenfassung

1. Durchgeführt wurden drei Schußreihen aus 10 m und 20 m Entfernung vom Direktschuß bis 60° -Winkel sowohl mit 3 mm als auch mit 4 mm Schrot.
2. Die Drehbildmethode zur Entfernungsbestimmung von Schrotschüssen läßt sich nicht auf die Winkelbestimmung übertragen. Nur unter Herstellung geteilter Drehbilder, wobei die Ellipse im Brennpunkt geteilt wird, erreicht man eine Winkelbestimmung mit einer Genauigkeit von 30° .
3. Die Konstruktion der geometrischen Ellipse in ein Schrotschußbild eines winkelschusses unter Verwendung der Sektorenscheibe und Eliminierung der Randschrote führt im Versuch zur Winkelbestimmung mit einer Genauigkeit von $\pm 7^{\circ}$, unabhängig von der Schrotart und der Schußentfernung. Es ist somit möglich, den Winkel von Schrotschüssen aus den Schrägschußbildern zu ermitteln.
4. Durch Messen der Ellipsendurchmesser D und d aus der konstruierten Streuellipse eines einzelnen Schrägschußbildes kann näherungsweise der Schußwinkel bestimmt werden. Dabei wird der Quotient $\frac{D}{d}$ in die geometrische Funktion $\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{D}{d}$ eingesetzt. Bei Einsetzen des Quotienten in die aufgezeichnete Kurve entfallen komplizierte Umrechnungen oder die Verwendung von Tabellen.

Literaturangabe

- Breitenecker, L. Beiträge zur gerichtlichen
Medizin, Band 25, Wien 1971
- Breitenecker, L. Rundschreiben der Gendarmerie
Wien, 8. Folge 10,6, 1955
- Gross-Seelig Waffen und Munition, Handbuch
der Kriminalistik, Berlin 1954
- Hampel, W. Jagdballistik, Melsungen 1958,
S. 40 ff.
- Koller, S. Neue graphische Tafeln zur
Beurteilung statistischer
Zahlen, Darmstadt 1969
- Petersohn, F. Experimentelle Untersuchung
zur Entfernungsbestimmung bei
Schrotschüssen, Beiträge zur
gerichtlichen Medizin, Band 24,
Wien 1969, S. 118 - 124
- Pontrelli, E. Zachia 1941, S. 234 - 280 oder
Deutsche Zeitung der gericht-
lichen Medizin, 1941, S. 129
- Puppe Gerichtsärztliche und polizei-
ärztliche Technik, 1914,
S. 404 ff.
- Sellier, K. Entfernungsbestimmungen und
Winkelbestimmung, Arbeits-
methoden der medizinischen und
naturwissenschaftlichen krimi-
nalistik, Band 7, Lübeck 1967,
S. 24 ff., S. 50 ff., S. 65
- Sellier, K. Schußwaffen und Schußwirkungen,
Lübeck 1969, S. 22, 25 ff., 235
- Sellier, K. in:
Müller, B. Gerichtliche Medizin, Band 1,
Berlin 1975, S. 563 ff.
- Smusin, S. Rechtsmedizinische Ergebnisse
von Verletzungen durch Schüsse
aus Jagdgewehren, Leningrader
Ausgabe 1971

Günther Schön

6580 Idar-Oberstein

Göttschied D 68

L E B E N S L A U F

=====

Geboren am:	26. 9. 1944
in:	Kirn (Nahe)
Eltern:	Dr. med. Werner Schön und Frau Ruth geb. Matzenbach
Familienstand:	Heirat mit Ursula Hillenbrand am 8. 2. 1972; Geburt der Tochter Silja Fleur am 5. 12. 1974
1951 - 1955	Volksschule Kirn (Nahe)
1955 - 1965	Gymnasium Kirn und Sobernheim mit Abitur am 19. 2. 1965
1965	Beginn des Medizinstudiums an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
8.12.1971	Medizinisches Staatsexamen
1.1.1972 - 31.3.1972	Medizinassistent in der Universitäts- Klinik Mainz, Rechtsmedizinisches Institut
1.4.1972 - 15.1.1973	Medizinalassistent im Städtischen Krankenhaus Kirn
15.1.1973	Approbation
15.1.1973 - 31.3.1973	Assistenzarzt im Städtischen Kranken- haus Kirn, Innere Medizin
1.4.1973 - 30.6.1974	Stabsarzt in der Artillerieschule von Idar-Oberstein
seit 1.7.1974	Assistenzarzt in den Städtischen Krankenanstalten Idar-Oberstein, Innere Medizin

